

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **09-196933**

(43)Date of publication of application : **31.07.1997**

(51)Int.Cl.

G01N 37/00

G01B 21/30

G11B 9/00

(21)Application number : **08-025902**

(71)Applicant : **CANON INC**

(22)Date of filing : **19.01.1996**

(72)Inventor : **IKEDA TSUTOMU
SHIMADA YASUHIRO
YAGI TAKAYUKI**

(54) PROBE, ITS PRODUCTION, PROBE UNIT, AND DATA RECORDING AND REPRODUCING APPARATUS USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a probe(PB) eliminating the warpage of a cantilever(CL) itself, not generating the warpage of a lever, capable of reducing the electrode area, capable of reducing the stray capacity generated between a recording medium and the cantilever, not generating the breakage of CL by stress, capable of forming a metal chip (TP) on CL, achieved in wt. reduction and capable of easily forming metal TP at a desired position to produce PB, to provide a PB unit and a data recording and reproducing apparatus using the same.

SOLUTION: In PB having CL 102 composed of single crystal Si and a chip (TP) 105 composed of metal provided on CL 102, a metal silicide layer (MS) 104 due to the diffusion of both materials of CL 102 and TP 105 is formed at the interface of CL 102 and TP 105 composed of metal and the hollow region surrounded between TP 105 and CL 102 is provided. In the production of PB having CL 102 and TP 105 composed of metal provided on CL 102, CL 102 composed of the single crystal Si layer is formed on a first substrate through an insulating layer and MS due to the diffusion of both materials of CL 102 and TP 105 is formed at the interface of CL 102 and TP 105 composed of metal to bond TP 105 and CL 102 and the hollow region surrounded between TP 105 and CL 103 is formed.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-196933

(43) 公開日 平成9年(1997)7月31日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 N 37/00			G 0 1 N 37/00	C
G 0 1 B 21/30			G 0 1 B 21/30	G
G 1 1 B 9/00		9075-5D	G 1 1 B 9/00	Z

審査請求 未請求 請求項の数9 F D (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平8-25902

(22) 出願日 平成8年(1996)1月19日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 池田 勉

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(72) 発明者 島田 康弘

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(72) 発明者 八木 隆行

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

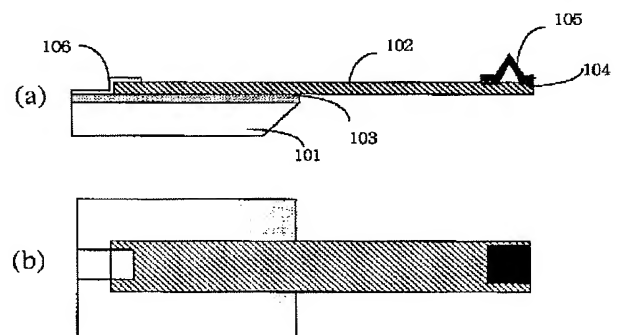
(74) 代理人 弁理士 長尾 達也

(54) 【発明の名称】 プローブとプローブの作製方法、及びプローブユニット、並びにこれを用いた情報記録再生装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】カンチレバー (C L) 自身の反りがなく、またレバーの反りが発生せず、電極面積を小さくでき、記録媒体との間に発生する浮遊容量を低減でき、応力による C L 破壊が発生せず、金属ティップを C L 上に形成でき、軽量化が図れ、所望の位置に金属 T P を容易に形成することのできるプローブ (P B) と P B の作製方法、及び P B ユニット、並びにこれを用いた情報記録再生装置を提供する。

【解決手段】単結晶 S i からなる C L と C L 上に金属からなるティップ (T P) とを有する P B であって、C L と該金属からなる T P との界面に、C L と T P との両材料の拡散による金属シリサイド層 (M S) が形成され、かつ該ティップと C L との間で囲まれた中空の領域を有し、また、C L と C L 上に金属からなる T P とを有する P B の作製方法において、P B が第 1 基板上に絶縁層を介して単結晶 S i 層からなる C L を形成し、C L と前記金属からなる T P との界面に、C L と T P との両材料の拡散による M S を形成して、T P を C L に接合させ、かつ T P と C L との間で囲まれた中空の領域を形成した。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 単結晶 Si からなるカンチレバーと該カンチレバー上に金属からなるティップとを有するプローブであって、該カンチレバーと該金属からなるティップとの界面に、該カンチレバーと該ティップとの両材料の拡散による金属シリサイド層が形成され、かつ該ティップと該カンチレバーとの間で囲まれた中空の領域を有していることを特徴とするプローブ。

【請求項 2】 前記ティップが、Au, Pt, Ir のいずれか或はその合金よりなることを特徴とする請求項 1 に記載のプローブ。

【請求項 3】 カンチレバーと該カンチレバー上に金属からなるティップとを有するプローブの作製方法において、該プローブが一方の基板である単結晶 Si 材料からなる第 1 基板上に絶縁層を介して単結晶 Si 層からなるカンチレバーを形成し、該カンチレバーと前記金属からなるティップとの界面に、該カンチレバーと該ティップとの両材料の拡散による金属シリサイド層を形成して、該ティップを該カンチレバーに接合させ、かつ該ティップと該カンチレバーとの間で囲まれた中空の領域を形成しプローブを作製したことを特徴とするプローブの作製方法。

【請求項 4】 前記プローブの作製は、第 1 基板である単結晶 Si 基板と該第 1 基板上に形成された絶縁層と該絶縁層上に形成された単結晶 Si 層からなる基板を用い、該第 1 基板上の単結晶 Si 層をカンチレバー状に加工する工程と、前記カンチレバーに前記第 1 基板とは別の第 2 基板に形成されたティップを接触させ、該カンチレバーと該ティップの界面において該カンチレバー材料と該ティップ材料の拡散による金属シリサイド層を形成し、該カンチレバー上に該ティップを転写する工程と、前記カンチレバー裏面の単結晶 Si 基板と絶縁層とを除去し、該カンチレバーの裏面に空隙を形成する工程と、を少なくともその作製工程に含んでいることを特徴とする請求項 3 に記載のプローブの作製方法。

【請求項 5】 前記ティップが、Au, Pt, Ir のいずれか、あるいはその合金を含むことを特徴とする請求項 3 または請求項 4 に記載のプローブ作製方法。

【請求項 6】 カンチレバーと該カンチレバー上に金属からなるティップとを有するプローブにより構成されたプローブユニットにおいて、該プローブユニットが信号処理用の IC が形成された単結晶 Si 基板と、該基板上に形成された絶縁層と、該絶縁層に一端を支えられた単結晶 Si 層からなるカンチレバーと、該カンチレバーと前記金属からなるティップとの界面に該カンチレバーと該金属からなるティップとの両材料の拡散による金属シリサイド層の形成によって該カンチレバー上に接合されたティップと、該カンチレバーと該ティップとの間で囲まれた中空の領域と、該カンチレバーに形成された電極

配線とからなることを特徴とするプローブユニット。

【請求項 7】 前記単結晶 Si 基板が、結晶軸異方性エッチングによる貫通孔を有していることを特徴とする請求項 6 に記載のプローブユニット。

【請求項 8】 前記ティップが、Au, Pt, Ir のいずれか、あるいはその合金を含むことを特徴とする請求項 6 に記載のプローブユニット。

【請求項 9】 前記プローブユニットと、記録媒体との距離を調節する手段と、ティップと記録媒体の間に電圧を印加する手段とを備えたことを特徴とする情報記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、走査型プローブ顕微鏡に用いるプローブとプローブの作製方法、及びプローブユニット、並びにこれを用いた情報記録再生装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】原子的スケールの空間分解能を持つ表面顕微鏡として、走査型トンネル顕微鏡（以下 STM と略記する）あるいは走査型原子間力顕微鏡（以下 AFM と略記する）が実用化されている（これらは走査型プローブ顕微鏡（以下 SPM と略記する）と総称されている）。これらの SPM では、ティップが試料表面に原子レベルでアクセスできることを応用し、局所領域に記録情報を書き込む、情報記録再生装置が考えられている。STM は、バイアスのかかった導電性ティップと導電性試料の距離を数オングストローム以下に接近させた時に流れるトンネル電流を検出し、トンネル電流が一定になるようにティップと試料との間の距離を制御しながらティップを走査させ、トンネル電流または帰還制御信号を画像化することによって表面像を構成する。STM を応用した記録方法としては、ティップと記録媒体の間に電圧を印加し、局所的に記録媒体の表面形態を変化させる方法、或は記録媒体の導電性を変化させる方法などがある。

【0003】一方 AFM は、ティップを試料に数オングストローム以下に接近させたときにティップと試料表面とに働く原子間力を検出し、ティップを二次元平面的に走査させて、凹凸情報を含む表面像を構成する。原子間力を検出する手段としては、一端を固定し、自由端近傍にティップを保持した弾性体のカンチレバーが用いられている。

【0004】同一装置で AFM 及び STM 観察するための多機能顕微鏡として、走査型原子間力／トンネル複合顕微鏡（AFM／STM）がある。これによると、AFM で用いられるプローブはカンチレバーとそのカンチレバーに保持されたティップからなり、ティップを導電性にすることによってティップと試料との間に流れる電流を検出できる。通常の使用方法では、AFM 動作時にテ

ィップと試料との間にバイアスを加えて電流を検出し、同一のティップによる表面凹凸像とトンネル電流分布像を同時に取得することができる。この複合機においても、ティップが試料表面に原子レベルでアクセスできることを応用し、局所領域に記録情報を書き込む、情報記録再生装置が考えられている。この場合、書き込み或は読み出し速度を高めるため、プローブを複数化する（特開平04-321955号公報）。

【0005】従来のプローブの作成方法（米国特許第5,221,415号明細書）は、図5に示すように、まずSi酸化膜201が形成された単結晶Si基板202に対して結晶軸異方性エッチングを行い逆ピラミッド型の凹部203を形成する（図5-a）。凹部203形成後、Si酸化膜201を除去する。この凹部203をティップの雌型とし、次に全面を窒化シリコン層204で被覆し（図5-b）、カンチレバー205状にパターン化した後（図5-c）、ソウカット溝206とCr層207を設けたガラス板208と窒化シリコン層204を接合し（図5-d）、ガラス板208の一部を破断後（図5-e）、単結晶Si基板202をエッチング除去することによりカンチレバー状のプローブ209を得ている（図5-f）。そして最後に、光て式AFM用の反射膜となる金属層210を形成する。

【0006】またティップの形成方法としては、図6（a）に示されるように、例えば基板上に薄膜層211を円形にパターンニングし、それをマスクにしてシリコン212をエッチングし、サイドエッチングを利用してティップ213を形成する方法（O. Wolter, et al., "Micromachined silicon sensors for scanning force microscopy", J. Vac. Sci. Technol. B9 (2), Mar/Apr, 1991, pp1353-1357）、さらには図6（b）に示されるように、逆テーパをつけたレジスト開口部214に基板を回転させながら導電性材料215を斜めから蒸着し、リフトオフすることによりティップ213を形成する方法（C. A. Spindt, et al., "Physical properties of thin film field emission cathode with molybdenum cones", J. Appl. Phys., 47, 1976, pp5248-5263）等がある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図5および図6に示したような例では以下のような問題点を有していた。まずプローブのレバーに関してはつぎのような問題がある。真空蒸着或はCVD法などで成膜したSiO₂, SiN, SiC, Cなどは多結晶或はアモルファス状であり内部応力を少なからず有しているため、レバー自身に反りを生じてしまうという問題がある。ま

た、Si基板などの厚い基板に、SiO₂, SiNなどの薄膜状のレバーの一部を保持させると、両者の積層部に応力が生じる。この応力は特にレバーの付け根の部分に集中するため、レバーを繰り返し動作させると、その部分から破壊を生じることがある。さらに、カンチレバー状プローブに光反射性付与のため、あるいは導電性付与のために金属膜等を被覆すると、カンチレバーと金属膜の間に応力が発生しカンチレバーに反りが生じる等の現象が発生する。カンチレバーがティップ側に反った場合、カンチレバー先端が、逆に反った場合はカンチレバーの中央部が試料あるいは記録媒体に接触してしまうことがある。また、プローブを複数化した場合、反りバラツキを生じるため特に問題となる。即ち、AFM/STMの原理を用いた情報処理装置に用いる場合、同一平面上の複数のプローブを記録媒体に対して同時に接触させようとした場合、レバーに反りバラツキがあると、記録媒体に対するそれぞれのプローブの荷重が異なってしまう、荷重によっては解像度の低下或は記録媒体やティップ先端の破壊を引き起こす。

【0008】また、そのティップに関してはつぎのような問題がある。カンチレバー状プローブ上に導電性材料を被覆してSTMのプローブとする場合には、ティップ最先端部は鋭利に形成されているため被覆されにくく、トンネル電流という微弱な電流を取り扱うSTMでは安定な特性を得ることは難しい。例えば図6（a）、（b）に示したようなティップは、ティップ形成時のレジストのパターンニング条件や、材料のエッチング条件を一定にするのが困難であり、形成される複数のティップの高さや先端曲率半径等の形状を正確に維持するのが困難である等の問題点があった。

【0009】そこで、本発明は、上記従来のものにおける課題を解決し、カンチレバー自身の反りがなく、また電極配線に起因するレバーの反りが発生せず、電極面積を小さくすることができ、記録媒体との間に発生する浮遊容量を低減でき、記録速度を向上させることができ、応力によるカンチレバー破壊が発生せず、鋭利な先端を有する導電性の金属ティップを再現性よくカンチレバー上に形成でき、軽量化が図れ、所望の位置に金属ティップを容易に形成することのできるプローブとプローブの作製方法、及びプローブユニット、並びにこれを用いた情報記録再生装置を提供することを目的とするものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記課題を解決するため、プローブとプローブの作製方法、及びプローブユニット、並びにこれを用いた情報記録再生装置につき、つぎのように構成したものである。本発明のプローブは、単結晶Siからなるカンチレバーと該カンチレバー上に金属からなるティップとを有するプローブであって、該カンチレバーと該金属からなるティップとの界面に、該カンチレバーと該ティップとの両材料の拡散に

よる金属シリサイド層が形成され、かつ該ティップと該カンチレバーとの間で囲まれた中空の領域を有していることを特徴としている。そして、本発明のプロープにおいては、前記ティップが、Au, Pt, Irのいずれか或はその合金により形成することができる。また、本発明のプロープの作製方法は、カンチレバーと該カンチレバー上に金属からなるティップとを有するプロープの作製方法において、該プロープが一方の基板である単結晶Si材料からなる第1基板上に絶縁層を介して単結晶Si層からなるカンチレバーを形成し、該カンチレバーと前記金属からなるティップとの界面に、該カンチレバーと該ティップとの両材料の拡散による金属シリサイド層を形成して、該ティップを該カンチレバーに接合させ、かつ該ティップと該カンチレバーとの間で囲まれた中空の領域を形成したことを特徴としている。そして、本発明のこのプロープの作製においては、第1基板である単結晶Si基板と該第1基板上に形成された絶縁層と該絶縁層上に形成された単結晶Si層からなる基板を用い、該第1の基板上の単結晶Si層をカンチレバー状に加工する工程と、前記カンチレバー上に前記第1基板とは別の第2基板に形成されたティップを接触させ、該カンチレバーと該ティップの界面において該カンチレバー材料と該ティップ材料の拡散による金属シリサイド層を形成し、該カンチレバー上に該ティップを転写する工程と、前記カンチレバー裏面の単結晶Si基板と絶縁層とを除去し、該カンチレバーの裏面に空隙を形成する工程と、を少なくともその作製工程に含んでいる。また、ここでのティップも、Au, Pt, Irのいずれか、あるいはその合金を含むものである。また、本発明のプロープユニットは、カンチレバーと該カンチレバー上に金属からなるティップとを有するプロープにより構成されたプロープユニットにおいて、該プロープユニットが信号処理用のICが形成された単結晶Si基板と、該基板上に形成された絶縁層と、該絶縁層に一端を支えられた単結晶Si層からなるカンチレバーと、該カンチレバーと前記金属からなるティップとの界面に該カンチレバーと該金属からなるティップとの両材料の拡散による金属シリサイド層の形成によって該カンチレバー上に接合されたティップと、該カンチレバーと該ティップとの間で囲まれた中空の領域と、該カンチレバーに形成された電極配線とからなることを特徴としている。そして、前記単結晶Si基板が、結晶軸異方性エッチングによる貫通孔を有し、前記ティップが、Au, Pt, Irのいずれか、あるいはその合金を含むことを特徴とする。さらに、本発明の情報記録再生装置は、前記プロープユニットと、記録媒体との距離を調節する手段と、ティップと記録媒体の間に電圧を印加する手段とを備えたことを特徴としている。

【0011】

【発明の実施の形態】以下に、図面を用いて本発明を詳

細に説明する。図1は本発明のプロープの断面図及び上面図である。単結晶Si基板101と単結晶Siからなるカンチレバー102が二酸化Si層103を介して配置されている。単結晶Siからなるカンチレバー102は、トンネル電流引き出しのために不純物がドーピングされている。また、カンチレバー102の先端部には金属製のティップ105が形成されており、カンチレバー102とティップ105の界面にはカンチレバー102とティップ105を構成する材料からなる金属シリサイド層104が形成されている。カンチレバー102の他端側には電極配線106が形成されている。Siカンチレバー102をトンネル電流引き出し用配線として用いることで、電極配線に起因するカンチレバーの反りは発生しない。さらに、Siカンチレバー102からのトンネル電流引き出しも電極配線106を用いて行うため、カンチレバー及びそれを保持する基板全面に導電性材料を被覆したプロープに比べて、電極面積を小さくすることができる。そのため、記録媒体に対して電圧印加を行い情報の記録を行う場合、記録媒体との間に発生する浮遊容量を低減でき、従って電圧印加時間を短縮できる。即ち、より高速な情報記録が可能となる。

【0012】図2は本発明のプロープの製造方法である。Si単結晶基板101上に二酸化Si層103及びSi単結晶層107が形成された基板、即ちSOI (silicon on insulator) 基板を窒化シリコン (SiN) 層108で被覆する (図2-a)。ここでSi単結晶層107は不純物導入した低抵抗のものを使用する。抵抗値は好ましくは、 $0.01\Omega\cdot\text{cm}$ 以下のものを用いる。Si単結晶層107の厚さは所望するカンチレバーのバネ定数に対して、カンチレバーの形状と共に決定されるが、通常は0.1から数 μm 程度である。二酸化Si層103及びSiN層108の厚さは、後の水酸化カリウム水溶液によるエッチングにおいて耐えられる厚さならばよく、通常二酸化Si層103は0.1~1.0 μm 程度、SiN層108は0.1~0.3 μm である。次に、基板の裏面側のレバー形成部に対向する部分及び表全面のSiN層108をドライエッチングにより除去する。続いて、Si単結晶層107をカンチレバー102状に加工する (図2-b)。カンチレバー102の一端にはカンチレバー102からのトンネル電流引き出し用の電極配線106を施す (図2-c)。本発明では、カンチレバー102がトンネル電流取り出し電極と機械的弾性体の2つの役割を有する。

【0013】次に、別の基板にティップを形成する。

(100) 面方位のSi基板111上の二酸化Si層或はSiN層112を矩形或は円形状に除去しSi面を露出させる。次に、水酸化カリウム水溶液で露出したSi面を結晶軸異方性エッチングして凹部113を形成する (図3-a)。次に、二酸化Si層或はSiN層を除去したのち (図3-b)、基板を再度薄い二酸化Si層1

14で覆う(図3-c)。続いてティップ材料115を基板上に成膜し(図3-d)パターニングしてティップ105とする(図3-e)。ティップ材料としては、トンネル電流を取り出せる金属からなり、好ましくは酸化被膜を形成しにくいAu、Pt或は機械的強度の高いIrなどが使用できる。次に、カンチレバー102上にティップ105を転写する。ティップ105の転写・接合方法(図4)は、まず、カンチレバー102表面のSi自然酸化膜をバッファフッ酸(BHF)で除去した後、それぞれの基板の位置合わせを行う。続いて、ティップ105とカンチレバー102を接触させ、両材料の拡散による金属シリサイド層104形成を行う(図4-a)。金属シリサイド層の形成によりティップとカンチレバーは強固な接合となり剥がれることがない。その後基板を引きはがすことにより、ティップ105はカンチレバー102上に転写される(図4-b)。単結晶カンチレバーを用い、且つティップをカンチレバー先端にのみ転写することにより、膜応力によるカンチレバーの反りを回避できる。

【0014】次に、表面を汚れ等から防止するためレジスト或はポリイミド樹脂等の保護層109で形成する

(図2-d)。次にSi基板101裏面のSi露出面を加熱した水酸化カリウム水溶液により結晶軸異方性エッチングする(図2-e)。異方性エッチング終了後、BHF溶液により露出した二酸化Si層103を溶解除去し、続いて保護膜109を酸素プラズマ処理により除去することにより目的とするプローブ110を得る(図2-f)。

【0015】このようにして形成したティップは中空領域を有しており、図6(b)のティップと比べティップ重量を軽減させることができる。またカンチレバー上の位置ならばどこにでも接着が可能であり、製造プロセス許容度を大きくとれる。

【0016】

【実施例】以下、本発明の実施例について説明する。

〔実施例1〕(100)面方位のSi基板101上に、二酸化Si層103が0.5μm厚、及びSi単結晶層107が1.0μm厚で形成されているSOI(silicon on insulator)基板に対して、LP-CVD(low pressure chemical vapor deposition)法により窒化シリコン(SiN)層108を0.2μm厚形成した(図2-a)。Si単結晶層107は抵抗値0.01Ω・cm以下のものを用いた。次に、Si基板103をエッチングするために、裏面側にレジストパターンを形成し、CF4ガスを用いたドライエッチングによりSiN層108をパターニングした。次に、表面のSiN層108を全面エッチング除去し、続いてSi単結晶層107をフォトリソグラフィとエッチングによりカンチレバー102状にパターニングした(図2-b)。カン

チレバー形状は、長さ250μm、幅40μmの長方形状とした。次に、カンチレバー102の端部にトンネル電流引き出し用の電極配線106を形成した(図2-c)。

【0017】次に別の基板上にティップを作成した。

(100)面方位のSi基板111に二酸化Si層112を0.1μm厚形成した。この二酸化Si層112に対してフォトリソグラフィとエッチングを行い、直径6μmの開口部を形成した。この基板を水酸化カリウム水溶液により結晶軸異方性エッチングを行ない、開口部に逆ピラミッド状の凹部113を形成した(図3-a)。次に、基板をBHF溶液に浸し二酸化Si層112を溶解除去した(図3-b)。次に、この基板を酸化雰囲気中で熱処理して基板全面に100nm厚Si酸化層114を形成した(図3-c)。続いて、基板上にティップ材料であるAu115を1μm厚成膜し(図3-d)、この膜115をフォトリソグラフィとエッチングによりパターニングし、ティップ105を形成した(図3-e)。

【0018】次に、カンチレバー102表面をBHF溶液に浸し表面の自然酸化膜を除去した。続いてカンチレバー102が形成されている基板とティップ105が形成されている基板の位置合わせを行ない、カンチレバー102上の先端部とティップ105位置が合ったところで両基板に圧力を加えて両者を接触させた(図4-a)。その後、両基板を引き剥したところティップ105はカンチレバー102上に良好に形成されていた(図4-b)。後に、カンチレバー102とティップ105の界面を透過型電子顕微鏡(TEM)で観察したところ、Auシリサイド層が観察できた。

【0019】次に、基板のカンチレバー102及びティップ105形成面上に保護膜としてポリイミド層109を5μm厚形成した(図2-d)。次に、基板の裏面を水酸化カリウム水溶液に浸して結晶軸異方性エッチングを行なった(図2-e)。エッチング後、露出した二酸化Si層103をBHF溶液で溶解除去した。そして、さらに酸素プラズマ処理を行ってポリイミド層109を除去し、本発明のプローブ110を得た(図2-f)。

【0020】本実施例では、同一基板上にプローブを9本作成したが、どのプローブも走査型レーザー顕微鏡(レーザーテック社製)による測定において、カンチレバー長手方向、横手方向共反りは検出できなかった。これはカンチレバー自身が単結晶であること、及びカンチレバーを保持している基板が同じSi単結晶であることに起因しており、従ってカンチレバーの破壊に繋がるような無理な応力が作用していないことを示している。

【0021】次に、本実施例のプローブ110を用いてAFM/STM装置により、HOPG(高配向熱分解グラファイト)基板の劈開面をスキャンエリア1000Å×1000Åで観察したところ、再現性良く良好な表面

情報を得ることができた。

【0022】〔実施例2〕実施例1と同様に、SOI基板に対して、SiN層108を0.2μm厚形成した(図2-a)。Si単結晶層107は抵抗値0.01Ω・cm以下のものを用いた。続いて裏面側のSiN層108をパターンニングし、表面のSiN層108を全面エッチング除去した後、Si単結晶層107をフォトリソグラフィとエッチングによりカンチレバー102状にパターンニングした(図2-b)。レバー形状は、長さ200μm、幅50μmの長方形とした。次に、カンチ

レバー102の二酸化Si層上に固定された端部にトンネル電流引き出し用の電極配線106を形成した(図2-c)。

【0023】次に実施例1と同様な方法でタイプ105を作成した。タイプ材料にはPtを用いた。次に、カンチレバー102が形成されている基板とタイプ105が形成されている基板の位置合わせを行ない、両基板に圧力を加えて両者の接合を行った(図4-a)。接合時、両基板を120℃に加熱した。接合後、両基板を引き剥したところタイプはカンチレバー102上に良好に形成されていた(図4-b)。後に、カンチレバー102とタイプ105の界面を透過型電子顕微鏡(TEM)で観察したところ、Ptシリサイド層が観察できた。

【0024】次に、基板のカンチレバー102及びタイプ105形成面上に保護膜としてポリイミド層109を5μm厚形成した(図2-d)。次に、基板の裏面を水酸化カリウム水溶液に浸して結晶軸異方性エッチングを行なった(図2-e)。エッチング後、露出した二酸化Si層103をBHF溶液で溶解除去した。そして、さらに酸素プラズマ処理を行ってポリイミド層109を除去し、本発明のプロープ110を得た(図2-f)。

【0025】本実施例では、同一基板上にプロープを16本作成したが、どのプロープも走査型レーザー顕微鏡による測定において、カンチレバー長手方向及び横手方向共、反りは検出できなかった。

【0026】次に、本実施例のプロープ110を用いてAFM/STM装置により、HOPG(高配向熱分解グラファイト)基板の劈開面をスキャンエリア1000Å×1000Åで観察したところ、再現性良く良好な表面情報を得ることができた。

【0027】〔実施例3〕実施例1と同様に、SOI基板に対して、SiN層108を0.2μm厚形成した(図2-a)。Si単結晶層107は抵抗値0.01Ω・cm以下のものを用いた。続いて裏面側のSiN層108をパターンニングし、表面のSiN層108を全面エッチング除去した後、Si単結晶層107をフォトリソグラフィとエッチングによりカンチレバー102状にパターンニングした(図2-b)。カンチレバー形状は、長さ200μm、幅50μmの長方形とした。次に、

カンチレバー102の端部にトンネル電流引き出し用の電極配線106を形成した(図2-c)。

【0028】次に実施例1と同様な方法でタイプ105を作成した。タイプ材料にはIrを用いた。次に、カンチレバー102が形成されている基板とタイプ105が形成されている基板の位置合わせを行ない、位置が合ったところで両基板に圧力を加えて両者の接合を行った(図4-a)。接合時、両基板を150℃に加熱した。接合後、両基板を引き剥したところタイプはカンチレバー102上に良好に形成されていた(図4-b)。後にカンチレバー102とタイプ105の界面を透過型電子顕微鏡(TEM)で観察したところ、Irシリサイド層が観察できた。

【0029】次に、基板のカンチレバー102及びタイプ105形成面上に保護膜としてポリイミド層109を5μm厚形成した(図2-d)。次に、基板の裏面を水酸化カリウム水溶液に浸して結晶軸異方性エッチングを行なった(図2-e)。エッチング後、露出した二酸化Si層103をBHF溶液で溶解除去した。そして、さらに酸素プラズマ処理を行ってポリイミド層109を除去し、本発明のプロープ110を得た(図2-f)。

【0030】本実施例では、同一基板上にプロープを16本作成したが、どのプロープも走査型レーザー顕微鏡による測定において、カンチレバー長手方向及び横手方向共、反りは検出できなかった。

【0031】次に、本実施例のプロープ110を用いてAFM/STM装置により、HOPG(高配向熱分解グラファイト)基板の劈開面をスキャンエリア1000Å×1000Åで観察したところ、再現性良く良好な表面情報を得ることができた。

【0032】〔実施例4〕実施例1と同様に作製したプロープを用いた情報記録再生装置について述べる。図7に本発明の主要部構成及びブロック図を示す。本図にもとづいて説明する。記録媒体ステージ116上の記録媒体117に対向させてプロープ118を配置した。117-1は情報記録層、下地電極117-2は情報記録層117-1に電圧を印加するためのものである。117-3は基板である。情報記録層117-1は、タイプ119との間に発生するトンネル電流により電気的性質が変化(電気的メモリー効果)する有機薄膜等よりなる。120は電源、121は電流アンプで、マイクロコンピュータ122に接続されており、記録媒体117への情報の記録及び再生に使用する。記録媒体ステージ駆動機構123上の記録媒体ステージ116は、マイクロコンピュータ122によるZ方向位置制御回路124、X-Y方向位置制御回路125、チルト角制御回路126、回転角制御回路127によって制御される。プロープ118先端に対しては、レーザー128が照射され、その反射光を2分割センサー129で受光し、たわみ量検出装置130でプロープ118のたわみ量を検知

する。この情報は、マイクロコンピュータ122及びサーボ回路131に送られる。実施例の記録媒体117は、石英ガラス基板117-3の上に下地電極117-2として真空蒸着法によってAuを30nm蒸着した後、その上にLB（ラングミュアー・プロジェクト）法によってポリイミド層（情報記録層117-1）を形成して作製した。

【0033】以上示した記録再生装置に実施例1で作製したプローブ118を設置し、特開昭63-161552号公報に開示されている原理、方法により記録再生を行った。まず、記録媒体117を上記プローブ118で観察したところ、すべてのプローブ118で良好なAFM像を得ることができ、膜剥れ等の記録媒体117へのダメージは観察されなかった。次に、記録媒体ステージ116を用いて、記録媒体117を走査しながら、ティップ119-下電極117-2間に電圧をパルス状に印加した。電圧印加は3V、幅50nsのパルス状の矩形波で行った。パルス印加後、200mVの直流電圧で記録媒体を走査したところ、情報記録層117-1のパルス印加点で特性変化を起こし電気抵抗の低い部分が生じた。この電気抵抗の低い部分、すなわち記録ビットは10nm径程度の大きさを有していた。これらの記録再生は、すべてのプローブ118で行えた。

【0034】〔実施例5〕実施例1と同様な方法で、SOI基板に対してトーション型レバー133を形成した。図8-aにその斜視図を示す。レバー寸法は、長さ300μm、幅150μmとした。さらに同一基板内には、信号処理用IC134及び面合わせ機構135及び信号取り出しパッド136が形成されている（図8-a）。SOI基板上に形成されたICは通常のSiウエハー上に形成された場合に比べリーク電流が低く、従って処理エラーも発生しにくい。このプローブユニットを用いて、実施例5と同様に記録再生を行つたところ、すべてのプローブで良好に記録再生が行えた。

【0035】

【発明の効果】本発明のプローブは、以上のようにカンチレバー材料をSi単結晶で形成することにより、レバー自身の反りがほとんどなく、またカンチレバーが導電性を有するため、新たに電極配線を形成する必要がなく、電極配線に起因するレバーの反りの発生も防止することができる。また、本発明においては、カンチレバー自身が導電性を有しこのレバーの端部から電極配線を形成するため、電極面積を小さくすることが可能となり、記録媒体との間に発生する浮遊容量を低減でき、記録速度を向上させることができる。また、カンチレバーとカンチレバーを保持する基板を共に単結晶Siで形成することにより、カンチレバーに対して基板からの応力が作用せず、応力によるカンチレバー破壊の発生を防止することができる。また、本発明プローブの作製方法によって、鋭利な先端を有する導電性の金属ティップを再現性よく

カンチレバー上に形成することができる。また、本発明においては、ティップ内部を中空構造とすることにより、カンチレバー先端の軽量化を図ることができる。さらに、本発明プローブの作製方法においては、単結晶Siからなるカンチレバーに対してティップを直接接合することができるため、その所望の位置に導電性の金属ティップを容易に形成することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のプローブの断面図を示す図である。

【図2】本発明のプローブの製造工程を示す図である。

【図3】本発明のプローブの製造工程を示す図である。

【図4】本発明のプローブの製造工程を示す図である。

【図5】従来のプローブの製造工程を示す図である。

【図6】従来のティップの製造法を示す図である。

【図7】本発明の情報記録再生装置の概略を示す図である。

【図8】本発明のプローブユニットの概略を示す図である。

【符号の説明】

101：単結晶Si基板

102：カンチレバー

103：二酸化Si層

104：金属シリサイド

105：ティップ

106：電極配線

107：Si単結晶層

108：SiN層

109：保護層

110：プローブ

111：単結晶Si基板

112：二酸化Si層

113：凹部

114：二酸化Si層

115：ティップ材料

116：記録媒体ステージ

117：記録媒体

117-1：情報記録層

117-2：下電極

117-3：基板

118：プローブ

119：ティップ

120：電源

121：電流アンプ

122：マイクロコンピュータ

123：記録媒体ステージ駆動機構

124：Z方向位置制御回路

125：X-Y方向制御回路

126：チルト角制御回路

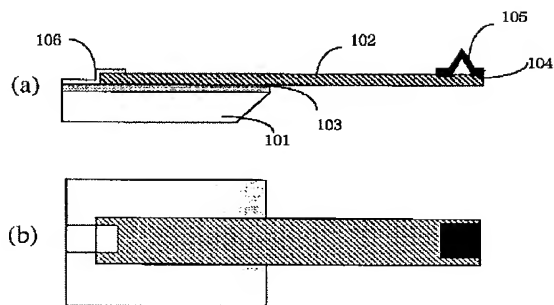
127：回転角制御回路

128：レーザー

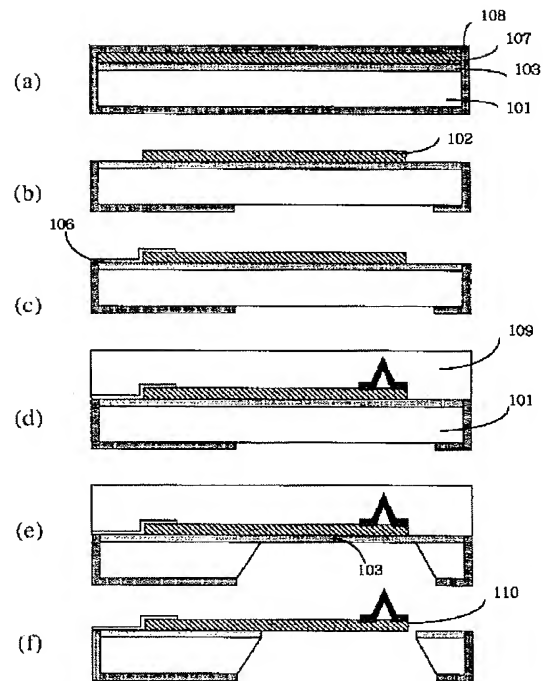
129: 2分割センサー
 130: たわみ量検出装置
 131: サーボ回路
 132: レーザー用電源
 133: トーション型レバー
 134: 信号処理IC
 135: 面合わせ機構
 136: 信号取り出しパッド
 201: Si酸化膜
 202: 単結晶Si基板
 203: 凹部
 204: SiN層

* 205: カンチレバー
 206: ソウカット溝
 207: Cr層
 208: ガラス板
 209: プローブ
 210: 金属膜
 211: マスク
 212: シリコン
 213: ティップ
 10 214: レジスト開口部
 215: 導電性材料
 * 216: レジスト

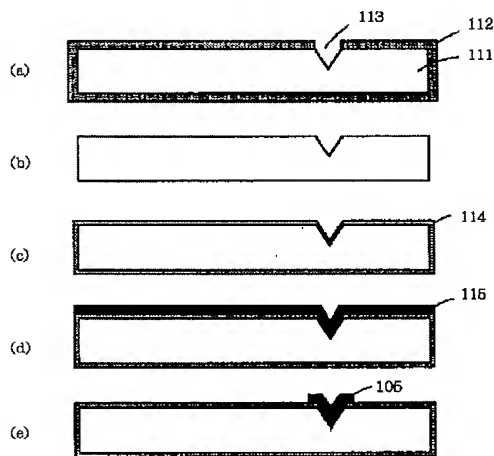
【図1】



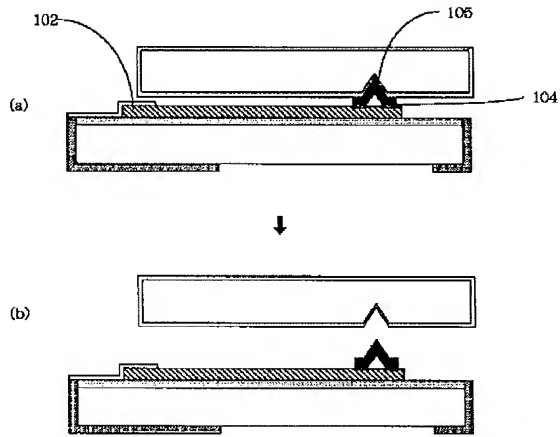
【図2】



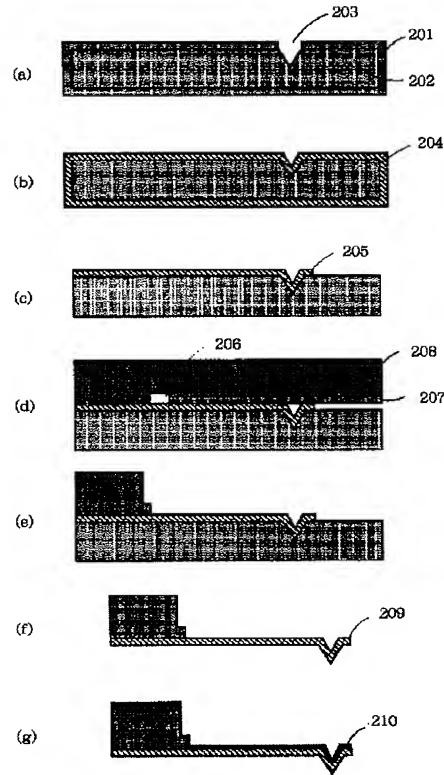
【図3】



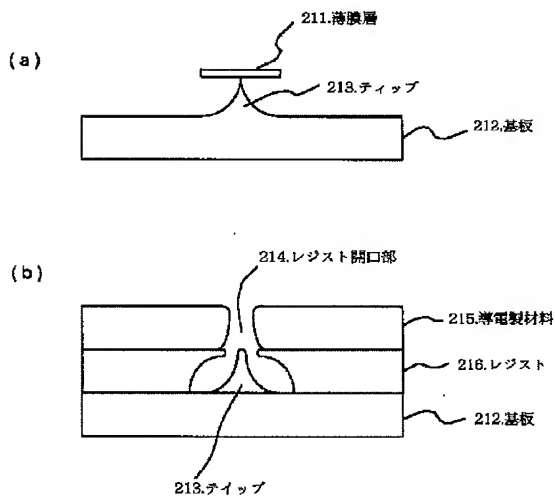
【図4】



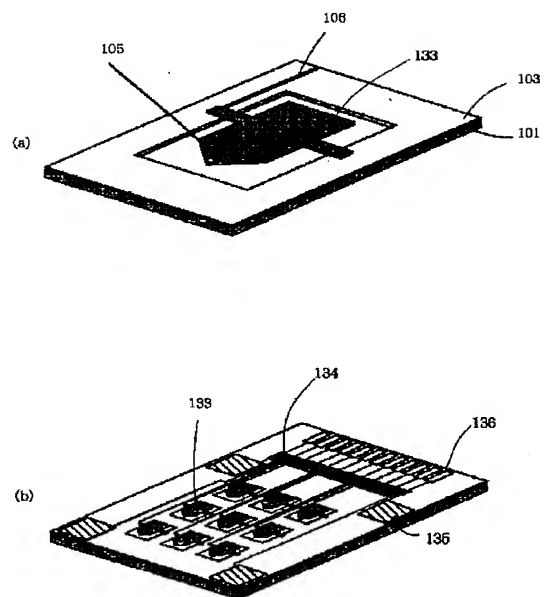
【図5】



【図6】



【図8】



【図7】

